

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-105049

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④③公開 平成4年(1992)4月7日

G 01 N 21/88  
 G 01 B 11/30  
 G 02 F 1/1343  
 H 01 L 21/66

F 2107-2 J  
 C 9108-2 F  
 9018-2 K  
 L 7013-4 M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑤④発明の名称 回路パターン検査装置

②①特 願 平2-223054

②②出 願 平2(1990)8月24日

⑦②発 明 者 谷 川 徹 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内⑦②発 明 者 森 本 俊 英 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内

⑦①出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑦④代 理 人 弁理士 山本 秀策

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回路パターン検査装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 基板上に配設された回路パターンの欠陥の有無を検査する回路パターン検査装置であって、  
 該基板が固定的に載置される検査ステージと、  
 該検査ステージ上に載置された基板の回路パターンの画像を撮像する撮像手段と、  
 該撮像手段により撮像された回路パターンの画像に基づいて、該回路パターンの欠陥を検出する画像処理手段と、  
 該撮像手段と前記検査ステージとの距離を変更する撮像距離変更手段と、  
 該検査ステージに載置された基板の回路パターンにスリット光を照射し、回路パターン上のスリット光に基づいて、該回路パターンと撮像手段の焦点位置とのずれを検出する位置ずれ検出手段と、  
 該位置ずれ検出手段の検出結果に基づいて前記撮像距離変更手段を制御する位置ずれ補正手段と、

を具備する回路パターン検査装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば、液晶表示パネルにおける透明基板に設けられた液晶駆動用回路パターンの断線やショート等の欠陥の有無を検査する回路パターン検査装置に関する。

(従来技術)

液晶表示パネルにおいて、液晶を駆動するための多数の絵素電極、各絵素電極制御用の薄膜トランジスタ、および配線により構成される回路パターンが透明基板上に設けられた薄膜トランジスタ基板、あるいは、基板上に回路パターンがプリントされたプリント基板では、回路パターンにおける配線の断線、ショート等の欠陥の有無が検査される。プリント基板における回路パターンの検査装置としては、検査すべき回路パターンの画像を撮像手段に画像情報として、その画像情報と正常な回路パターンの画像情報とを比較することにより欠陥の有無を検出する、2値画像処理方式が

採用されている。

このような回路パターン検査装置では、基板における配線の線幅が、通常、 $100\mu\text{m}$ 以上であるために、回路パターンの画像情報を得るための撮像手段に要求される解像度は、 $5\sim 20\mu\text{m}$ 程度になっている。このような解像度の撮像手段では、焦点深度が広く、プリント基板自体の反り、うねり等によって回路パターンが焦点位置からずれるおそれがない。このため、通常は、撮像手段の焦点位置に対して回路パターンを自動的に位置合わせするような機構が設けられていない。

(発明が解決しようとする課題)

回路パターンにおける配線幅が $100\mu\text{m}$ 程度のプリント基板に対して、液晶表示パネルに使用される薄膜トランジスタ基板では、回路パターンにおける配線の線幅は $10\mu\text{m}$ 程度になっているために、プリント基板用の回路パターン検査装置では、撮像手段の解像度が十分ではなく、配線の断線やショート等の欠陥を検出することができない。また、薄膜トランジスタ基板は、透明基板上に薄膜状の

回路パターンが設けられているために、欠陥部において光が干渉し、回路パターンの画像のコントラストが低下するという問題もある。欠陥の検出率を一層向上させるためには、回路パターンの白黒濃淡画像あるいはカラー画像を使用することが必要になる。

配線の線幅が $10\mu\text{m}$ 程度の薄膜トランジスタ基板の回路パターンを、2値画像処理方式により検査するためには、十分に拡大された回路パターンの画像が要求される。しかし、撮像手段による回路パターンの画像の拡大率が大きくなると、該撮像手段における光学系の焦点深度が小さくなる。光学系の焦点深度が小さくなれば、配線パターンが設けられた基板自体の反り、うねり等があると、回路パターンが焦点位置からずれるおそれがあり、正確に欠陥を検出できなくなる。

顕微鏡等では、被検査物を自動的に焦点位置に合わせる方法として、撮像手段により得られる画像情報に基づいて被検査物の位置を調整する方法、レーザ光等のスポット光を被検査物に照射して、

その光の反射位置に基づいて被検査物の位置を三角測量を利用して演算し、その演算結果に基づいて調整する方法、等がある。

このような方法を、回路パターンの検査装置において、撮像手段と焦点位置と回路パターンとの位置合わせに使用すると、画像情報に基づいて回路パターンの位置と撮像手段の焦点位置とを調整する方法では、1つの画像からは、焦点位置から回路パターンが遠方側、あるいは手前側のいずれにずれているか不明であるために、数回の調整が必要になる。このため、1画面当りの位置合わせに数秒から10数秒の時間がかかり、検査作業効率が低下するという問題がある。また、レーザ光等のスポット光により位置ずれ量を演算して調整する方法では、スポット光が透明基板上に照射されると、スポット光の大部分が透明基板を透過するために、反射光を捉えることができず、位置合わせできないおそれがある。

本発明は、上記従来の問題を解消するものであり、その目的は、 $10\mu\text{m}$ オーダの精細な回路パター

ンを高精度で、かつ、高速で検査し得る回路パターン検査装置を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明の回路パターン検査装置は、基板上に配設された回路パターンの欠陥の有無を検査する回路パターン検査装置であって、該基板が固定的に載置される検査ステージと、該検査ステージ上に載置された基板の回路パターンの画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された回路パターンの画像に基づいて、該回路パターンの欠陥を検出する画像処理手段と、該撮像手段と前記検査ステージとの距離を変更する撮像距離変更手段と、該検査ステージに載置された基板の回路パターンにスリット光を照射し、回路パターン上のスリット光に基づいて、該回路パターンと撮像手段の焦点位置とのずれを検出する位置ずれ検出手段と、該位置ずれ検出手段の検出結果に基づいて前記撮像距離変更手段を制御する位置ずれ補正手段と、を具備してなり、そのことにより上記目的が達成される。

(作用)

本発明の検査装置では、検査ステージに載置された基板の回路パターンの画像が撮像手段により撮像され、その画像を処理することにより、回路パターンの欠陥が検出される。撮像手段による回路パターンの画像を撮像するに際して、基板の回路パターンにはスリット光が照射され、その回路パターンにおけるスリット光の反射位置に基づいて、撮像手段の焦点位置と回路パターンの位置ずれが検出される。そして、位置ずれ補正手段が、その位置ずれを補正するように、撮像距離変更手段を制御し、その結果、撮像距離変更手段と検査ステージとの距離が変更されて、撮像手段の焦点位置に回路パターンが位置される。撮像手段は、合焦点状態で、回路パターンを撮像する。

(実施例)

以下、本発明の実施例について説明する。

第1図は、本発明の回路パターン検査装置の一実施例の構成を示す模式図である。本実施例の検査装置は、カラー液晶表示パネルに使用される薄

検査ステージ20の上方には、薄膜トランジスタ基板10上の各位置合わせ用基準マーク12を撮像するための基準マーク検出用カメラ31および31'がそれぞれ設けられている。各基準マーク検出用カメラ31および31'は、各基準マーク12にそれぞれ対向する一対の光学系32および32'を介して、各基準マーク12が撮像される。各基準マーク検出用カメラ31, 31'のそれぞれの画像信号は、基準マーク検出部33に与えられている。基準マーク検出部33の出力は、前記中央処理部50に与えられており、該基準マーク検出部33の出力に基づいて、検査ステージ20が制御される。

検査ステージ20に載置された薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11上には、該回路パターン11の撮像手段40が配設されている。該撮像手段40は、パターン検査用カメラ41と、回路パターン11からの光を該パターン検査用カメラ41に導く光学系42とを有し、該パターン検査用カメラ41は、光学系42を介して、薄膜トランジスタ基板10上の回路パターン11を撮像する。該撮像手段40の焦点位

置は、反り、うねり等のない薄膜トランジスタ基板10が検査ステージ20に載置された状態で、該薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11上に設定されている。

検査対象である回路パターン11が透明基板13上に設けられた薄膜トランジスタ基板10は、検査ステージ20上に載置される。該検査ステージ20は、中央処理部50により、相互に直交するX-Y方向、およびそのX-Y平面に沿って回転( $\theta$ 方向)される。薄膜トランジスタ基板10には、回路パターン11のほかに、一対の位置合わせ用の基準マーク12および12'が設けられている。

薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11の一例を第2図に示す。薄膜トランジスタ基板10は、ガラス基板13上に、回路パターン11が配設されている。回路パターン11は、マトリクス状に配列された多数の絵素電極11a、絵素電極11aの列の間に相互に直交するように配置されたゲートバスライン11bおよびソースバスライン11c、各ゲートバスライン11bと各ソースバスライン11cのそれぞれの交点近傍に設けられた薄膜トランジスタ11dにより構成されている。

置は、反り、うねり等のない薄膜トランジスタ基板10が検査ステージ20に載置された状態で、該薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11上に設定されている。

該パターン検査用カメラ41は、該パターン検査用カメラ41と検査ステージとの距離を変更する撮像距離変更手段であるカメラステージ60に取り付けられている。該カメラステージ61は、検査用ステージ20に対して接離され、それにより、該検査ステージ20に載置された薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11に対するパターン検査用カメラ41の撮像距離が変更される。

該カメラステージ60は、位置ずれ補正手段70により制御される。該位置ずれ補正手段70には、パターン検査用カメラ41に並設された位置ずれ検出手段80の出力が与えられている。該位置ずれ検出手段80は、検査ステージ20に載置された薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11位置を検出してその位置と撮像手段40の焦点距離との差を演算する。

他方、パターン検出用カメラ41から出力される画像信号は、画像処理手段90に与えられている。該画像処理手段90は、パターン検出用カメラ41にて撮像される回路パターン11の画像信号がA/D変換部91を介して入力される画像記憶部92を有しており、回路パターン11の画像信号が該画像記憶部92にて記憶される。該画像記憶部92の出力は画像処理部93に与えられており、また、該画像処理部93には、薄膜トランジスタ基板10の正確な回路パターンの画像情報が記憶されている比較画像記憶部94の出力も与えられている。そして、画像処理部93の出力は、前記中央処理部50に入力されている。

第3図に、検査ステージ20に載置される薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11の位置を検出してその位置と撮像手段40の焦点距離との差を演算する位置ずれ検出手段80の詳細を示す。

該位置ずれ検出手段80は、検査ステージ20上の薄膜トランジスタ基板10における回路パターン11に向かって光を照射する光源81を有する。該光源

81から出射される光は、スリット板82および投影レンズ83を介して回路パターン11上に照射される。回路パターン11上に照射されたスリット光は、薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11におけるゲートバスライン11bのピッチまたはソースバスライン11cのピッチよりも十分に長くなっている。

回路パターン11上に照射されて該回路パターン11にて反射されたスリット光は、対物レンズ84を介して、スリット検出用カメラ85にて撮像される。該スリット光は、例えば、検査ステージ20のY方向に長くなっている。スリット検出用カメラ85にて撮像されたスリット光の画像信号は、A/D変換部86を経由して、スリット画像の位置ずれを検出するスリット画像処理部87に与えられている。そして、該スリット画像処理部87の出力が、前記位置ずれ補正手段70に与えられている。

スリット画像処理部87は、スリット検出用カメラ85により撮像された回路パターン11上のスリット光の像に基づいて、撮像手段40の焦点位置に対する該回路パターン11の位置ずれを計算する。薄

膜トランジスタ基板10が載置される検査ステージ20は、撮像手段40に対しては一定の距離になっており、該検査ステージ20上に固定された薄膜トランジスタ基板10に反り、うねり等が発生していない正常な状態では、第4図に示すように、撮像手段40の焦点位置は該回路パターン11上の点Oになる。スリット画像処理部87には、その焦点位置にスリット光が照射された場合の該スリット光の重心位置（この場合はスリット光が直線となるので、その中点）が記憶される。このような状態に対して、薄膜トランジスタ基板10の反り等により、回路パターン11が $\Delta Z$ だけずれた状態になると、スリット像は、点Pの位置に形成される。このとき、薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11に対するスリット光の入射角度を $\theta$ 、点Pにおける正反射の光軸と回路パターン11上の点Oにおける回路パターン11の垂線との交点をO'、該垂線と焦点位置からずれた薄膜トランジスタ基板10の回路パターン位置との交点をQとすると、三角形OPQと三角形O'PQが合同であることから、次式が成立

する。

$$OQ = O'Q = \Delta Z$$

$$OO' = 2 \cdot \Delta Z$$

焦点位置からずれた状態の回路パターン上ではスリット光は面積を有した状態になっており、そのスリット光の画像から重力位置が演算される。そして、演算された重心位置と、回路パターン11が焦点位置にある場合の光スポットの重心位置との差 $\Delta d$ が演算される。この $\Delta d$ と、回路パターンの焦点位置からのずれ量 $\Delta Z$ とは、次式の関係にある。

$$\Delta d = 2 \cdot \Delta Z \cdot \sin \theta$$

$$\therefore \Delta Z = \Delta d / (2 \cdot \sin \theta) \dots (1)$$

従って、スリット光の入射角度 $\theta$ が一定であるために、演算された $\Delta d$ により、 $\Delta Z$ が求められる。

このスリット画像の重心位置を検出するスリット画像処理部87は、画像処理プロセッサもしくは汎用のCPU等により構成されており、リアルタイムもしくはほぼリアルタイムの非常に高速で演

算される。

スリット画像処理部 87 は、予め設定されている撮像手段 40 の焦点距離に対して、回路パターン 11 が距離  $\Delta Z$  だけずれていることを検出した場合には、その検出結果を位置ずれ補正手段 70 に出力する。そして、該位置ずれ補正手段 70 は、カメラステージ 60 を距離  $\Delta Z$  だけ昇降させる。これにより、パターン検査用カメラ 41 の焦点位置に回路パターン 11 が位置される。

位置ずれ検出手段 80 において、回路パターン 11 上に照射されるスリット光は、ゲートバスライン 11b のピッチもしくはソースバスラインピッチ 11c のピッチよりも長いものが使用されている。従って、そのスリット光の一部は、必ず回路パターンが形成されている部分にて反射される。回路パターン 11 部分で反射される光は、透明基板 13 にて反射される光よりも高強度であるために、コントラストの高いスリット画像が得られる。その結果、スポット光を使用する場合のように、回路パターン 11 以外の透明基板に光が照射されることにより、

反射光の強度が著しく低下して、その反射光を捉えることができないというおそれがなく、回路パターンの位置ずれを安定的に検出し得る。

本実施例の位置ずれ検出手段 80 は、透明基板 13 におけるスリット光が照射される側である表面の位置ずれを検出する場合だけに限らず、スリット光が照射される側とは反対側である背面の位置ずれを検出することも可能である。この場合、第 5 図に示すように、透明基板 13 がパターン検査用カメラ 41 に対して所定位置にあれば、スリット像は、透明基板 13 の表面の点 P から基板 10 内に進入し、該基板 13 の背面の点 R にスリット像が形成される。光軸 P R と点 R からの反射光の光軸 R S とは透明基板 13 の背面において正反射の関係にあり、スリット光は、透明基板 13 の表面上の点 S を通ってスリット検出用カメラ 85 により撮像される。このような位置に対して、透明基板 13 が、パターン検査用カメラ 41 に対して  $\Delta U$  だけずれると、スリット像は、透明基板 13 の表面の点 P' から内部に進入し、背面の点 R' にてスリット像が形成される。透明基

板 13 の裏面で反射されたスリット光は、透明基板 13 の表面の点 S' を通って、透明基板 13 外へ出射され、そのスリット光はスリット検出用カメラ 85 にて捉えられる。撮像カメラ 85 から観察すると、透明基板 13 の表面からスリット光が出射される点 S と点 S' のずれは、 $\Delta e$  となる。従って、スリット検出用カメラ 85 により撮像されるスリット画像を画像処理部 87 で画像処理することにより、スリット光のずれ量  $\Delta e$  が求められ、スリット光のずれ量  $\Delta e$  に基づいて、透明基板 13 の位置ずれ量  $\Delta U$  が演算される。

次に、本発明の回路パターン検査装置の全体の動作を説明する。

薄膜トランジスタ基板 10 は、 $X-Y-\theta$  方向に移動が可能な検査ステージ 20 上に、真空吸着等によって固定される。薄膜トランジスタ基板 10 の透明基板 13 上に設けられた一対の基準マーク 12 および 12' は、光学系 32, 32' を介して、基準マーク検出用カメラ 31, 31' により撮像される。該基準マーク検出用カメラ 31, 31' により撮像された各基準マ

ーク 12, 12' の画像信号は、基準マーク検出部 33 に与えられる。該基準マーク検出部 33 は、マーク検出用カメラ 31, 31' に対する各基準マーク 12, 12' の位置情報を中央処理部 50 に出力する。該中央処理装置 50 は、各基準マーク 12, 12' とマーク検出用カメラ 31, 31' との位置ずれを、 $X-Y-\theta$  方向にそれぞれ演算し、検査ステージ 20 をその演算結果に基づいて移動させる。これにより、検査ステージ 20 上の薄膜トランジスタ基板 10 は、撮像手段 40 のパターン検出用カメラ 41 に対して所定の位置とされ、例えば、回路パターン 11 は、 $X-Y$  方向に一定の周期で繰り返されている。

中央処理部 50 は、検査ステージ 20 を移動させて、薄膜トランジスタ基板 10 における回路パターン 11 の検査開始位置をパターン検査用カメラ 41 に対向させる。このような状態で、パターン検査用カメラ 41 が回路パターン 11 の所定部分が 1 画面となるように撮像され、その 1 画面の画像信号が画像記憶部 92 に記憶される。このようにして、回路パターン 11 の所定部分が撮像されると、検査用ステー

ジ20が所定方向へ、パターン検査用カメラ41の約1視野分に相当する量だけ移動され、すでに撮像された回路パターン部分に隣接する部分が、パターン検査用カメラ41により撮像される。このとき、パターン検査用カメラ41により撮像される回路パターン部分が、その前に撮像された回路パターン部分の一部に重なるようにしてもよい。このようにして、回路パターン11の全領域が、パターン検査用カメラ41により連続的に撮像され、撮像された画面が、画像記憶部92に連続的に記憶される。画像処理手段90に入力された画像信号は、A/D変換部91を介して画像記憶部92に記憶される。比較画像記憶部94には、欠陥が存在しない正常な回路パターンの画像が、画像記憶部96を通して、予め記憶されている。

画像処理部93は、回路パターン11の所定部分の画像データが画像記憶部92に記憶されると、比較画像記憶部94に記憶された画像データと比較する。そして、1画面に相当する回路パターン部分における各絵素毎に、記憶された回路パターンの各絵

メラ41により捉えられた1画面に対して、記憶された回路パターン部分を順次平行移動させることにより、その画面の部分と記憶された部分とが比較される。

このようにして、パターン検出用カメラ41により撮像されて画像記憶部92に記憶された画面毎に、欠陥の有無が検査される。

このような欠陥検査の間において、中央処理部50は、薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11における検査部分がパターン検査用カメラ41の撮像領域内となるように移動される都度、もしくは別途並行処理により、位置ずれ補正手段70を動作させ、前述のように、回路パターン11が、撮像手段40の焦点深度内になるように、該撮像手段40が取り付けられたカメラステージ60が制御される。

画像処理部93における画像処理の一例を説明する。

薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11における各絵素がカラーであって、画像記憶部92および比較画像記憶部94にカラー画像が記憶されてい

素との濃度差(差分)等を演算し、その差が所定値以上の場合の絵素数を集計する。その集計値は、1画面における欠陥部の面積として、中央処理部50へ出力される。中央処理部50は、その集計値が所定値以上になっている場合には、パターン検査用カメラ41にて撮像された1画面の回路パターン部分全体における欠陥位置を、X-Y座標値により特定する。

比較画像記憶部94に記憶される正常な回路パターンの画像としては、薄膜トランジスタ基板10の回路パターン11が、X-Y方向に一定の周期で繰り返されるパターンであることを利用して、撮像手段40のパターン検出用カメラ41の1画面に相当する回路パターン11部分の画像を記憶しておけばよい。多数の同種類の薄膜トランジスタ基板10を連続的に検査する場合には、そのような画像パターンを1度、記憶させればよい。また、パターン検出用カメラ41の1画面に相当する回路パターン部分において、繰り返される部分だけを記憶しておいてもよい。この場合には、パターン検出用カ

る場合において、1画面における絵素を、X方向に $X_{max}$ 個、Y方向に $Y_{max}$ 個が集合しており、画像記憶部92に記憶された1画面の座標(X、Y) = (i、j)における絵素の赤色、緑色、青色成分のデータを $r_{ij}$ 、 $g_{ij}$ 、 $b_{ij}$ 、比較画像記憶部94に記憶された1画面(画像記憶部92に記憶された1画面に相当)の座標(X、Y) = (i、j)における絵素のカラーデータを $R_{ij}$ 、 $G_{ij}$ 、 $B_{ij}$ とし、画像信号のばらつきと欠陥部との識別を行うための閾値をTとすると、1画面(検査視野内)における欠陥部の面積S(単位:絵素)は、以下の式で計算される。

$$S = \sum_i \sum_j f(r_{ij}, g_{ij}, b_{ij}, R_{ij}, G_{ij}, B_{ij}) \cdots (2)$$

ただし、

$$(|r_{ij} - R_{ij}| + |g_{ij} - G_{ij}| + |b_{ij} - B_{ij}|) \geq T$$

の場合は、 $f(r_{ij}, g_{ij}, b_{ij}, R_{ij}, G_{ij}, B_{ij}) = 1$

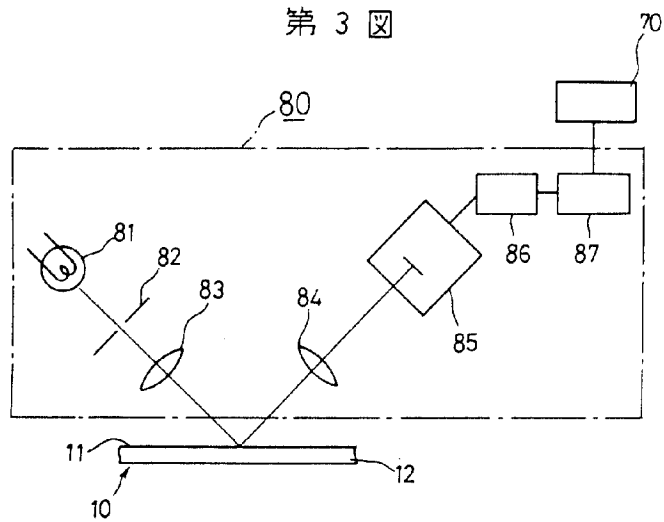
$$(|r_{ij} - R_{ij}| + |g_{ij} - G_{ij}| + |b_{ij} - B_{ij}|) < T$$

の場合は、 $f(r_{ij}, g_{ij}, b_{ij}, R_{ij}, G_{ij}, B_{ij}) = 0$

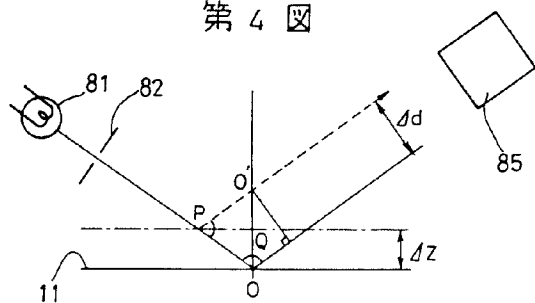
このような演算は、画像処理用のパイプライン



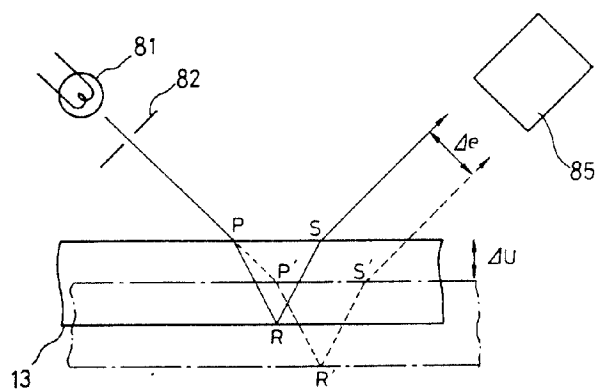
第 3 図



第 4 図



第 5 図





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **04-105049**  
(43)Date of publication of application : **07. 04. 1992**

(51)Int. Cl. **G01N 21/88**  
**G01B 11/30**  
**G02F 1/1343**  
**H01L 21/66**

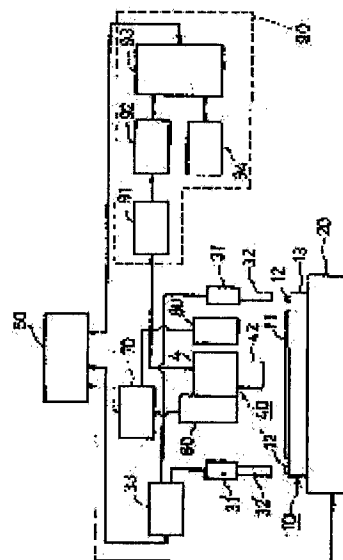
(21)Application number : **02-223054** (71)Applicant : **SHARP CORP**  
(22)Date of filing : **24. 08. 1990** (72)Inventor : **TANIGAWA TORU**  
**MORIMOTO SHUNEI**

### (54) CIRCUIT PATTERN INSPECTING DEVICE

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make precise inspection of a miniature circuit pattern by introducing automatic adjustment so that the circuit pattern lies at the focal point of a photographing means.

**CONSTITUTION:** A film type transistor base board 10 is fixed to an inspection stage 20, and reference marks 12, 12' provided on a clear basis 13 of this base board 10 are photographed by cameras 31, 31', and the image signal obtained is entered into a CPU 50 through a reference mark sensing part 33. The CPU 50 calculates the dislocation of cameras 31, 31' from the marks 12, 12' and moves the inspection stage 20 so that the circuit pattern 11 on the base board 10 confronts a pattern inspecting camera 41 of a photographing means 40. A dislocation sensing means 80 irradiates the pattern 11 with a slit light and senses dislocation of the pattern 11 from the focal position of the photographing means 40 on the basis of the reflecting position in this irradiation, and a dislocation correcting means 70 changes the distance between a camera stage 60 and the inspection stage 20 so that the



pattern 11 lies at the focal position of the photographing means 40. Thus the means 40 photographs the pattern 11 in focused condition, and any defect in the pattern 11 can be sensed by processing 90 the image obtained.